

## OZONE/UV COMBINATION FOR THE DECOMPOSITION OF ENDOCRINE SUBSTANCES

**Patent number:** WO03022749  
**Publication date:** 2003-03-20  
**Inventor:** RIED ACHIM (DE)  
**Applicant:** WEDECO AG WATER TECHNOLOGY (DE); RIED ACHIM (DE)  
**Classification:**  
 - **International:** C02F1/32; C02F1/78; C02F1/20; C02F1/32; C02F1/78; C02F1/20; (IPC1-7): C02F1/32; C02F1/78  
 - **European:** C02F1/32; C02F1/78  
**Application number:** WO2002EP10083 20020909  
**Priority number(s):** DE20011044510 20010910

### Also published as:

EP1320513 (A1)  
 US2004031762 (A1)  
 DE10144510 (A1)  
 CA2433133 (A1)

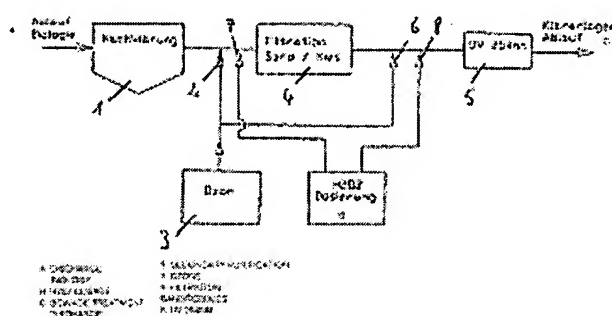
### Cited documents:

US5554295  
 DE3921436  
 DE19801867  
 JP2001129572  
 XP000331821  
 more >>

[Report a data error here](#)

### Abstract of WO03022749

The invention relates to a method for treating water, especially waste water and drinking water, containing both pathogenic germs and a substance which is difficult to decompose and is from the group comprising persistent substances, endocrine substances, odorous substances, and dyestuffs, by means of ozone supply and UV radiation. The inventive method comprises the following steps: a) ozone is supplied in a concentration of between 0,1 g/m<sup>3</sup> and 15g/m<sup>3</sup>; and b) UV rays are radiated in a wavelength range of between 200nm and 300nm and in a dose of between 50 J/m<sup>2</sup> and 2,000 J/m<sup>2</sup>.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. März 2003 (20.03.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/022749 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C02F 1/32, 1/78

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/10083

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RIED, Achim  
[DE/DE]; Siedlerstrasse 3, 32549 Bad Oeynhausen (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. September 2002 (09.09.2002)

(74) Anwalt: LENZING, Andreas; Lenzing Gerber, Münster-  
strasse 248, 40470 Düsseldorf (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,  
SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

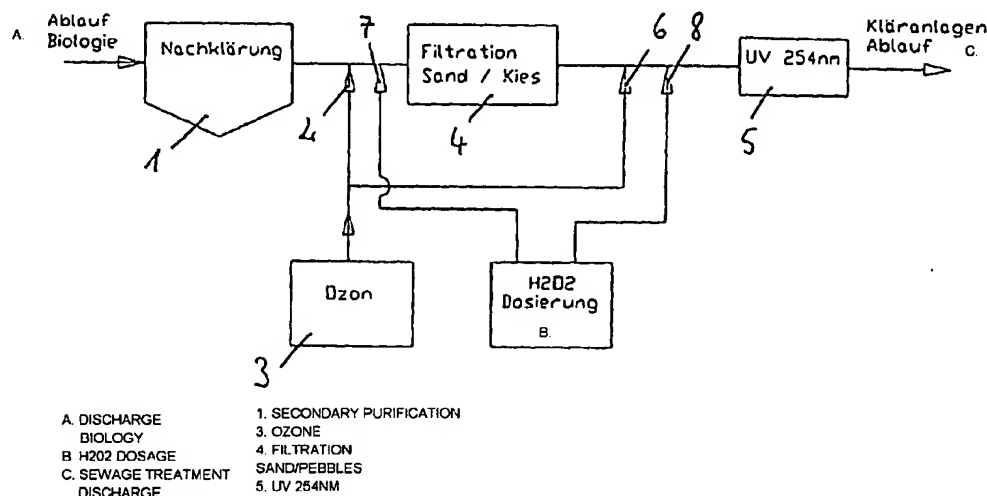
(30) Angaben zur Priorität:  
101 44 510.5 10. September 2001 (10.09.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): WEDECO AG WATER TECHNOLOGY  
[DE/DE]; Ungelsheimer Weg 6, 40472 Düsseldorf (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: OZONE/UV COMBINATION FOR THE DECOMPOSITION OF ENDOCRINE SUBSTANCES

(54) Bezeichnung: OZON/UV-KOMBINATION ZUM ABBAU VON ENDOKRINEN SUBSTANZEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for treating water, especially waste water and drinking water, containing both pathogenic germs and a substance which is difficult to decompose and is from the group comprising persistent substances, endocrine substances, odorous substances, and dyestuffs, by means of ozone supply and UV radiation. The inventive method comprises the following steps: a) ozone is supplied in a concentration of between 0,1 g/m<sup>3</sup> and 15g/m<sup>3</sup>; and b) UV rays are radiated in a wavelength range of between 200nm and 300nm and in a dose of between 50 J/m<sup>2</sup> and 2,000 J/m<sup>2</sup>.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Wasser bei gleichzeitiger Anwesenheit von pathogenen Keimen einerseits und andererseits wenigstens einem schwer abbaubaren Stoff aus der Gruppe, die folgendes umfasst: persistente Stoffe, endokrine Stoffe, Geruchsstoffe, Farbstoffe, insbesondere von Abwasser oder Trinkwasser, mit Ozonzuführung und UV-Bestrahlung, mit folgenden Verfahrensschritten: a) Zugabe von Ozon in einer Konzentration von 0,1 g/m<sup>3</sup> bis 15g/m<sup>3</sup>; b) Bestrahlung mit UV-Strahlung in einem Wellenlänge im Bereich von 200nm bis 300nm und einer Dosis von 50 J/m<sup>2</sup> bis 2.000 J/m<sup>2</sup>.

WO 03/022749 A1



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

#### **Ozon/UV-Kombination zum Abbau von endokrinen Substanzen**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Wasser, insbesondere von Abwasser oder Trinkwasser.

Kommunale und industrielle Abwässer werden üblicherweise in biologischen Reinigungsanlagen behandelt, bevor sie in einen Vorfluter eingeleitet werden. Die biologische Reinigungsanlage kann aus mehreren Stufen bestehen, wobei die Hauptstufe meist eine sogenannte Belebtschlammstufe beinhaltet. Die Abtrennung des Klärschlammes erfolgt in einer Nachklärstufe. Zusätzlich kann vorgesehen sein, daß das Abwasser einer Sand-/Kiesfiltration unterzogen wird. Die derart behandelten Abwässer erreichen im allgemeinen die geforderten Grenzwerte hinsichtlich der Konzentration der darin enthaltenen Reststoffe und Mikroorganismen.

Es gibt jedoch Fälle, in denen die geschilderte Abwasserbehandlung nicht ausreichend ist, wenn nämlich beispielsweise

erhöhte Ansprüche bezüglich der Keimbelastung, der Belastung mit schwer abbaubaren organischen Stoffen, Geruch und Farbe gestellt werden. So ist eine weitergehende Reinigung beispielsweise dann erforderlich, wenn das behandelte Abwasser in Badegewässer eingeleitet werden soll oder für Bewässerungszwecke in der Landwirtschaft genutzt werden soll.

Allein zur Reduktion der im Abwasser enthaltenen pathogenen Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Einzeller) ist es mittlerweile üblich, eine Desinfektion des Abwassers mit UV-Strahlung vorzusehen. Diese Desinfektion ist jedoch nicht geeignet, schwer abbaubare organische Stoffe, Geruchsstoffe und Farbstoffe zu beseitigen. Zudem wird bei einer Trübung des Abwassers die Desinfektionsleistung der UV-Bestrahlungsvorrichtungen vermindert, da ein Teil der Strahlung bereits im Wasser selbst absorbiert wird.

Weiter sind Desinfektionsverfahren mit Ozonzugabe bekannt, die auch durch Oxydation die erwähnten schwer abbaubaren Stoffe sowie die Geruchsstoffe und die Farbstoffe vermindern. Für die angestrebte Reduktion sowohl der schwer abbaubaren Stoffe als auch der Mikroorganismen ist jedoch eine relativ hohe Ozonkonzentration von beispielsweise 20 mg Ozon pro Liter erforderlich. Diese Ozonzugabe ist mit hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden.

Eine dritte Möglichkeit für die wirksame Abwasserbehandlung ist die Membranfiltration, die bei den oben geschilderten Bedingungen wiederum an Investitions- und Betriebskosten ein Mehrfaches der Ozonbehandlung kostet.

Ähnliche Situationen sind auch bei anderen Wässern denkbar, beispielsweise bei Trinkwasser. Wenn im Trinkwasser neben einer behandlungsbedürftigen Konzentration von Mikroorganismen auch schwer abbaubare Stoffe wie beispielsweise chlorierte Kohlenwasserstoffe oder aromatische Kohlenwasserstoffe enthalten sind, ist eine preiswerte und effektive UV-Desinfektion zum Abbau dieser Stoffe nicht geeignet. In solchen Situationen

würde anstelle der UV-Desinfektion eine Ozonzugabe installiert, die die erwähnten höheren Kosten verursacht.

Verschiedene Verfahren zur Behandlung von Abwässern mit Ozon und UV sind auch aus den folgenden Druckschriften bekannt:

Die EP 0696258 B1 zeigt eine Wasserreinigungseinheit, bei der ultraviolettes Licht zur Desinfektion benutzt wird. Die Lichtquelle ist dabei so ausgebildet, dass auch sehr kurzwellige Strahlung in das Wasser eintreten kann und dort in unmittelbarer Nachbarschaft der UV-Quelle Ozon gebildet wird. Die zu erwartenden Ozonkonzentrationen sind gering und bewegen sich im Bereich von  $\text{mg/m}^3$ . Der Energieaufwand für die Ozonproduktion über UV-Strahlung ist bereits in Luft mit rund  $40\text{kWh/kg}$  Ozon höher als bei der Ozonerzeugung mit elektrischer Entladung, die etwa  $7\text{kWh/kg}$  Ozon erfordert. Die unmittelbare Ozonerzeugung in Wasser mittels UV hat einen noch geringeren Wirkungsgrad als in Luft. Die Vorrichtung ist deshalb energieaufwändig und für den Einsatz in kommunalen Kläranlagen oder Trinkwasserversorgungsanlagen nicht geeignet.

Eine ähnliche Vorrichtung ist aus der WO 97/36825 bekannt. Auch hier wird Ozon im Konzentrationsbereich von einigen  $\text{mg/m}^3$  über einen photochemischen Prozess mittels ultravioletter Strahlung erzeugt. Auch diese Anlage ist, was die Ozonproduktion betrifft, nicht wirtschaftlich im Maßstab kommunaler Anlagen zu betreiben.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 2618338 ist eine Vorrichtung zur Oxidation organischer Inhaltsstoffe in wässrigen Medien bekannt. Bei dieser Anlage ist das Ziel des Verfahrens die vollständige Oxidation der organischen Stoffe. Dazu wird eine sehr hohe Ozonkonzentration eingesetzt, die bspw. im Bereich von  $860\text{g/m}^3$  liegt. Die Behandlung der wässrigen Medien mittels Ozon erfolgt in mehreren hintereinander geschalteten Bädern, durch die das Ozon im Gegenstrom geleitet wird. In dem letzten Bad ist bei einem Ausführungsbeispiel eine zusätzliche UV-Bestrahlung vorgesehen, die den Oxidationseffekt verstärkt.

Die Wirkung des UV-Lichtes ist in dieser Konfiguration nicht optimal ausgenutzt, da die UV-Strahlung bei Anwesenheit von Gasbläschen infolge der Ozoneinleitung stärker absorbiert wird als in einem gasfreien Medium. Außerdem kann das Ozon in der angegebenen hohen Konzentration durch UV-Licht bereits auf molekularer Basis abgebaut werden, sodass es in den späteren Stufen in geringerer Konzentration vorliegt, als dies ohne UV-Bestrahlung der Fall wäre. Der Abbau von Ozon durch Bestrahlung mit UV-Licht in der wässrigen Phase kann bewusst genutzt werden, um Ozon anzuregen (Überführung in Radikale). Diese Radikale sollen dann einen schnelleren und weitergehenden Abbau bewirken. Im realen Abwasser wird der Effekt (verbesserter Abbau durch Radikalreaktionen) aber durch Nebenreaktionen überlagert. Dieses System ist deshalb ebenfalls hinsichtlich der optimalen Wirkung von Ozon und UV nachteilig. Es ist für den wirtschaftlichen, großtechnischen Betrieb nicht geeignet.

Aus der DE 19509066 A1 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Ozonbehandlung von Wasser bekannt. Bei dem Verfahren ist keine Ozonkonzentration im Wasser angegeben. Am Ausgang der Ozonbehandlungsstufe sind UV-Strahler vorgesehen, die einen eventuellen Restgehalt an Ozon in dem Wasser abbauen sollen. Eine Entgasung des behandelten Wassers findet in Strömungsrichtung hinter der UV-Bestrahlung statt. Auch hier kann die UV-Bestrahlung ihre volle Wirkung nicht entfalten, da das Wasser im Zeitpunkt der Bestrahlung noch Gasbläschen enthält.

Aus der DE 3884808 T2 ist ein Verfahren zur Oxidierung organischer Stoffe im Wasser bekannt, das mit Konzentrationen von einigen 100g/m<sup>3</sup> Ozon, gleichzeitiger Zugabe von H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> und gleichzeitiger Bestrahlung mit UV-Strahlen arbeitet. Auch bei diesen Verfahren kann die UV-Strahlung die optimale Wirkung nicht erreichen, da das Wasser während der Ozon-Behandlung bestrahlt wird. Dies führt, wie oben erwähnt, zu einem vorzeitigen Ozonabbau infolge der Strahlungseinwirkung und andererseits zu einer Verringerung der UV-Transmission aufgrund des im Wasser blasenförmig enthaltenen Gases. Hier werden die ver-

schiedenen chemisch-physikalischen Prozesse (Ozonreaktionen, Aktivierter Ozonreaktion mit  $H_2O_2$ / Aktivierter Ozonreaktion mit UV) gleichzeitig eingesetzt, wobei die jeweilige Effizienz des Einzelprozesses nicht optimal genutzt wird bzw. sogar noch vermindert wird durch Neben- und Querreaktionen.

Schließlich ist aus der WO 94/11307 ein Verfahren bekannt, bei dem in einer Behandlungskammer unter Ozon- und UV-Einwirkung das Abwasser einer Deponie versprüht wird. Dieses Verfahren ist sehr aufwändig, da das Abwasser gepumpt und unter Druck versprüht werden muss. Die Wirksamkeit hinsichtlich der Effizienz der aufgewendeten Energie ist relativ gering, da zu dem Aufwand für das Pumpen und Versprühen des zu behandelnden Abwassers auch die nicht optimale Ausnutzung der UV-Strahlung kommt. Ein solches Verfahren ist aufgrund des hohen spezifischen Energieaufwandes nur für stark kontaminierte Abwässer wirtschaftlich geeignet.

Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Behandlung von Wässern anzugeben, die sowohl mit schwer abbaubaren Stoffen als auch mit pathogenen Mikroorganismen belastet sind, bei dem eine gute und zuverlässige Reinigungsleistung mit einem geringeren Investitions- und Betriebsaufwand möglich ist.

Diese Aufgabe wird von einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, dem zu behandelnden Wasser sowohl Ozon zuzuführen als auch eine UV-Bestrahlung vorzunehmen. Erfindungsgemäß liegt die zuzuführende Ozonkonzentration in einem Bereich von  $0,1 \text{ g/m}^3$  bis  $15 \text{ g/m}^3$  und die Dosis der applizierten UV-Strahlung in einem Bereich von  $50 \text{ J/m}^2$  bis  $200 \text{ J/m}^2$ , wobei die Wellenlänge der UV-Strahlung in einem Bereich von 200 nm bis 300 nm liegt. Um beide Reaktionen unabhängig von einander ablaufen zu lassen und so die Effizienz der für Ozon- und UV-Produktion einge-



setzten Energie zu verbessern, ist zwischen den beiden Schritten vorgesehen, das zu behandelnde Wasser zu entgasen.

Mit diesem Verfahren lässt sich eine Behandlung auch von stärker belasteten Abwässern durchführen, bei der die schwer abbaubaren Stoffe in großem Umfang abgebaut werden und eine Reduktion der Anzahl pathogener Keime im Wasser erfolgt.

Gegenüber den bislang nicht in Kombination angewandten Verfahren ergibt sich gegenüber der alleinigen UV-Bestrahlung der Vorteil, dass auch die schwer abbaubaren Stoffe, die Geruchsstoffe und die Farbstoffe reduziert werden. Dies ist mit der reinen UV-Bestrahlung nicht möglich.

Gegenüber der alleinigen Zugabe von Ozon zum Abbau der genannten persistenten Stoffe und zur Desinfektion ergibt sich, dass eine Reduktion der persistenten Stoffe, Geruchsstoffe und Farbstoffe bereits mit Ozonkonzentrationen zu erreichen ist, die für eine Desinfektion von hoch keimbelasteten Wässern oder Abwässern nicht ausreichend wäre. Die nachgeschaltete UV-Bestrahlung kompensiert die geringere Desinfektionswirkung der reduzierten Ozonkonzentration.

Bevorzugt erfolgt die Zugabe von Ozon mit einer Konzentration von 5 bis 10 g/m<sup>3</sup>. Die zur UV-Bestrahlung verwendete Wellenlänge beträgt vorzugsweise 254 nm und wird mit Quecksilberniederdruckgasentladungsstrahlern erzeugt.

Die UV-Bestrahlungsdosis beträgt vorzugsweise 100 bis 1000 J/m<sup>2</sup>, insbesondere 250 bis 400 J/m<sup>2</sup>.

Das soweit beschriebene Verfahren wird vorteilhaft insbesondere zur Reduktion von endokrinen Stoffen in Trinkwasser oder Abwasser angewendet.

Dabei ist insbesondere auch vorteilhaft, wenn zwischen der Ozonzugabe und der UV-Bestrahlung eine Filterstufe, beispielsweise eine Sand/Kiesfiltration vorgesehen ist. Die Filterstufe

kann auch andere adsorptive Filter aufweisen, wie beispielsweise einen Aktivkohlefilter.

Das Verfahren ist insbesondere vorteilhaft bei Wässern, die im relevanten UV-Wellenlängenbereich um 254 nm vor dem Verfahrensschritt der Ozonzugabe eine reduzierte UV-Transmission von weniger als 50% aufweisen. Dabei ist die Transmission bei 254 nm in destilliertem Wasser als 100% definiert.

Weiter betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei folgende Merkmale vorgesehen sind:

- ein Zulauf für vorgeklärtes Abwasser;
- eine Ozonerzeugungsvorrichtung mit einer Zugabevorrichtung, die das Ozon stromabwärts des Zulaufs in das Wasser einspeist;
- eine Entgasungsvorrichtung;
- eine stromabwärts der Einspeisung angeordnete UV-Desinfektionsvorrichtung sowie ein Ablauf.

Mit dieser Vorrichtung kann das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft durchgeführt werden. Weil die Ozonerzeugungsvorrichtung, genauer gesagt die Zudosierung von Ozon zu dem Abwasserstrom, stromaufwärts der UV-Desinfektionsvorrichtung erfolgt, kann das Ozon durch oxidativen Abbau der Farb- oder Trübungsstoffe zunächst die UV-Transmission des zu behandelnden Abwassers verbessern und die UV-Desinfektionsvorrichtung kann somit aufgrund der verbesserten Transparenz des Abwassers wirksamer arbeiten. Die Entgasungsvorrichtung kann dabei sowohl passiv beispielsweise als Becken oder Tank ohne Ozoneinspeisung ausgeführt sein, wobei das überschüssige Gas innerhalb der Verweildauer absorbiert oder ausgetrieben wird. Es kann auch eine aktive Entgasung mittels Rührer, Unterdruck oder dergleichen vorgesehen sein.

Gegenüber Vorrichtungen, die die Ozon-Zudosierung und die UV-Desinfektion nicht in dieser Kombination aufweisen, kann die Vorrichtung mit geringeren Installationskosten und geringeren Betriebskosten betrieben werden.

Der vorteilhafte Effekt der Kombination von Ozoneinspeisung und UV-Desinfektion wird weiter verstärkt, wenn zwischen diesen beiden Stufen eine Filtration, insbesondere eine Sandfiltration oder eine Sand-/Kiesfiltration vorgesehen ist. Durch den oxidativen Abbau der schwer abbaubaren Stoffe werden diese nämlich zum Teil in Abbauprodukte umgewandelt, die von einer Filtration effektiv zurückgehalten werden können. Diese Maßnahme verbessert sowohl die Qualität des Wassers hinsichtlich der Konzentration von Abbauprodukten als auch die für die nachfolgende UV-Desinfektion vorteilhafte Transparenz des Wassers im UV-Bereich, wobei gleichzeitig durch die Ozonvorbehandlung die UV-Anlage aufgrund der besseren Transmission effizienter betrieben werden kann.

Erfindungsgemäß ist auch die Verwendung einer in soweit beschriebenen Vorrichtung zur Reduktion des Gehalts an endokrinen Stoffen in Trinkwasser oder Abwasser vorgesehen. Die endokrinen Stoffe sind dabei ausgewählt aus der Gruppe, die folgendes umfaßt:

- Chlorphenole
- Phthalate
- Pestizide
- Phenole
- chlorierte Aromaten
- Organozinnverbindungen
- Dioxine
- Furane
- natürliche oder naturidentische Hormone
- Medikamente
- Kosmetika.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1: eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Abwasserbereich in einer schematischen Darstellung; sowie
- Fig. 2: eine Vorrichtung gemäß Fig. 1 mit zweistufiger Ozonbehandlung in einem Blockschaltbild.

Die Fig. 1 zeigt in einem Blockschaltbild den Aufbau einer erfindungsgemäßen Wasserbehandlungsvorrichtung bzw. einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wie sie einer konventionellen Kläranlage nachgeschaltet ist. Die Anlage bezieht Wasser aus einem Ablauf der biologischen Klärung einer Belebtschlammstufe einer Kläranlage. Dieser Ablauf wird einer Nachklärung 1 unterzogen. Dem nachgeklärten Abwasser, das eine unzulässig hohe Konzentration sowohl an persistenten Stoffen als auch an pathogenen Keimen enthält, verlässt die Nachklärung und darf in diesem Zustand nicht in Badegewässer eingeleitet werden oder zur Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen genutzt werden. Deshalb ist stromabwärts der Nachklärung 1 eine Einspeisung 2 aus einem Ozonezeuger 3 vorgesehen. Die Einspeisung erfolgt hier mit einer Konzentration von etwa 5 g Ozon pro m<sup>3</sup> Wasser. Diese Konzentration ist geeignet, die die persistenten Stoffe, Geruchsstoffe und Farbstoffe zu reduzieren und die Transmission des Abwassers im UV-Bereich zu verbessern. Sie ist jedoch nicht geeignet, die Anzahl der pathogenen Keime auf das angestrebte Niveau zu reduzieren.

Der Ozoneinspeisung 2 ist im Strom des Abwassers eine Sand-/Kiesfiltration 4 nachgeschaltet, in der erneut Partikel aus dem Abwasserstrom entfernt werden, und zwar hier auch Abbauprodukte von persistenten Stoffen, die durch die Ozoneinspei-

sung einem oxidativen Abbau unterliegen. Hinter der Sand-/Kiesfiltration ist dann eine UV-Desinfektionsvorrichtung 5 vorgesehen, die mit einer Anzahl von Niederdruck-UV-Strahlern in dem Wellenlängenbereich 254 nm eine Dosis von etwa 250 bis 400 J/m<sup>2</sup> abgibt.

Nach der UV-Desinfektionsstufe kann das Abwasser unbedenklich in einen Kläranlagenablauf und damit in die Umwelt abgegeben werden. Die zuvor in dem Abwasser enthaltenen persistenten Stoffe und die Mikroorganismen sind durch die Ozoneinspeisung und die UV-Bestrahlung in wirksamer Weise reduziert worden.

Zusätzlich ist bei diesem Ausführungsbeispiel ein zweiter Einspeisepunkt 6 für Ozon nach der Sand/Kiesfiltration 4 vorgesehen, das eine eventuelle Nachbehandlung von Stoffen oder Mikroorganismen erlaubt, die die Filtration 4 durchbrechen können.

Als weitere Option ist bei diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, eine H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Zudosierung an Einspeisepunkten 7 vor der Filtration 4 und 8 nach der Filtration 4 zu ermöglichen. Die H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Einspeisung kann erfolgen, um die Wirkung des Ozons zu verbessern, wenn sehr schwer abbaubare Stoffe vorliegen. Dies gilt beispielsweise für gesättigte Kohlenwasserstoffverbindungen.

In der Figur 2 ist eine Anlage dargestellt, die für die Behandlung von Abwasser aus kommunalen Kläranlagen mit einer zweistufigen Ozonbehandlung eingerichtet ist.

Im Einzelnen zeigt die Figur 2 die Nachklärung 1, in der eine Pumpe 10 für das zu behandelnde Wasser angeordnet ist. Die Pumpe 10 fördert das Wasser in eine erste Behandlungskammer 11, in die von unten über die Einspeisung 2 Ozon eingeleitet wird. Das Ozon steigt in Form von Gasblasen auf, während das zu behandelnde Wasser nach unten in eine Verbindungsleitung 12 im Gegenstrom abgegeben wird. Aus der Verbindungsleitung 12 gelangt das vorbehandelte Wasser in eine zweite Behandlungskammer 13, wo wiederum Ozon über die Einspeisung 6 zugegeben

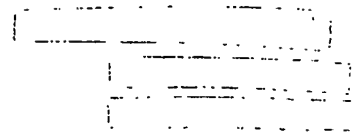
wird. Das an der Oberseite der Kammern 11 und 13 austretende ozonhaltige Gas wird je nach Restkonzentration entweder unmittelbar durch die Ventile 14 oder über eine Vorrichtung zum Abbau von Restozon 15 abgegeben. Das nun zweistufig mit Ozon behandelte Abwasser gelangt über eine Leitung 16 in eine Entgasungsvorrichtung 17, die in diesem Ausführungsbeispiel als Lagertank ausgebildet ist. Hier werden verbleibende Gasbläschen abgeschieden. Das entgaste Wasser wird dann über eine Pumpe 18 und die Rohrleitung 19 in die UV-Bestrahlungseinheit 5 geleitet. Hier kann die UV-Strahlung mit einer Wellenlänge von etwa 254 nm optimal wirken, da nach der zweistufigen Ozonbehandlung in den Kammern 11 und 13 die eventuell vorhandene Trübung des Abwassers wesentlich abgebaut ist und weil außerdem keine Restgasbläschen in dem Wasser vorhanden sind, die die UV-Transmission behindern würden. Andererseits ist die räumlich von den Behandlungskammern 11 und 13 getrennte UV-Bestrahlungseinheit 5 nicht in der Lage, dass in die Behandlungskammern 11 und 13 eingespeiste Ozon zu zerstören, sodass das Ozon in diesen Kammern voll zur Wirkung kommen kann. Dies ist insbesondere bei den angestrebten Konzentrationswerten von 1-20g/m<sup>3</sup> Wasser wichtig. Das Ozon wird optimiert eingesetzt, ohne gleichzeitige Aktivierungsreaktionen, die vor allem im Abwasser nicht gezielt eingesetzt werden können. Im Regelfall reagiert das eingetragene Ozon in der gewünschten Weise ab (Zerstörung der organischen Komponenten) und das so vorbehandelte Abwasser wird in der UV-Anlage im wesentlichen gasblasenfrei und ohne Restozon abschließend behandelt. Reagiert das eingetragene Ozon nicht komplett ab, kann das restliche gelöste Ozon (ohne Gasblasen) in der UV-Anlage weiter aktiviert werden.

Im Hinblick auf die effiziente Nutzung der für die Ozonproduktion und die UV-Strahlung eingesetzten Energie ist das Verfahren und die Vorrichtung nach der vorliegenden Erfindung optimiert, da das Ozon ohne die nachteiligen Effekte der UV-Strahlung für das Ozon seine Wirkung tun kann. Man kommt deshalb mit relativ geringen Ozonkonzentrationen aus. Anderer-

seits kann die UV-Strahlung in Abwesenheit von Trübung und Gasbläschen besonders gut genutzt werden, da die Transmission am Ort der UV-Behandlung erheblich verbessert ist.

Es ergibt sich insgesamt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Behandlung von belastetem Wasser, die hinsichtlich der Nutzung der eingesetzten Energie optimiert sind und die deshalb für großtechnische Aufbereitungsanlagen bspw. im Bereich des kommunalen Abwassers, besonders geeignet sind.

Der vorteilhafte Effekt der Kombination von Ozoneinspeisung und UV-Bestrahlung mit den angegebenen Konzentrationen bzw. Intensitäten beruht auf der Tatsache, dass sich die kombinierten Verfahren in ihrer Wirkung ergänzen. Das Ozon bewirkt in einer deutlich geringeren Konzentration als den allgemein angewendeten 20 g / m<sup>3</sup> einen weitgehenden Abbau der persistenten Stoffe, der Geruchsstoffe und der Farbstoffe. Zusätzlich bewirkt das Ozon bereits in der angegebenen geringen Konzentration eine Verbesserung der UV-Transparenz. Die UV-Bestrahlung ist allein nicht geeignet, persistente Stoffe abzubauen. Ein bereits mit Ozon behandeltes Wasser, das aufgrund der niedrigen eingebrachten Ozonkonzentration noch Mikroorganismen enthalten kann, wird aber zuverlässig desinfiziert. Hierbei kann die UV-Strahlungsleistung gegenüber nicht mit Ozon behandeltem Wasser häufig verringert werden, da die Transmission verbessert wird. Es ergibt sich also ein synergistischer Effekt, der es erlaubt, die Anlage insgesamt kleiner zu dimensionieren, als es bei einer reinen Ozon- oder UV-Behandlung möglich wäre. Dieser Effekt macht neben den technischen Vorteilen diese Anlage auch wirtschaftlich interessant.



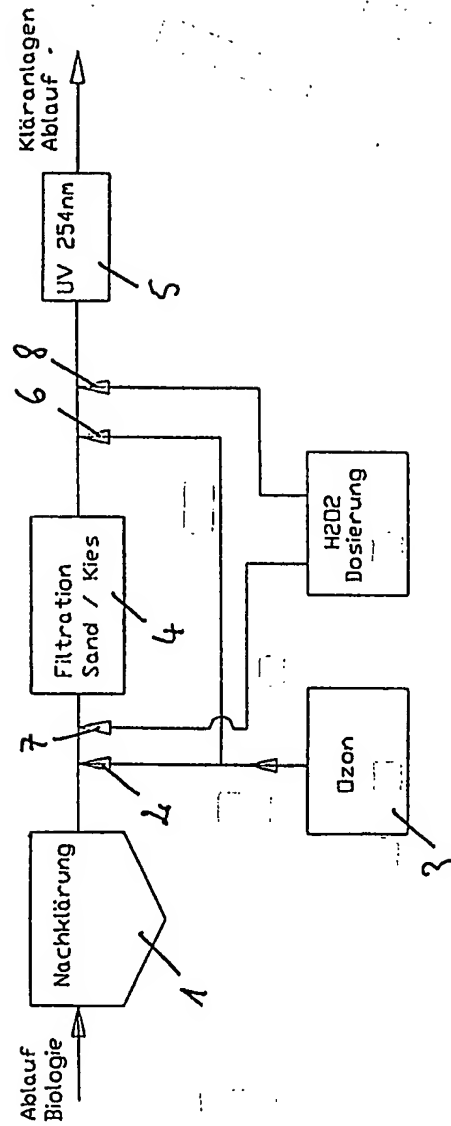
### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Behandlung von Wasser bei gleichzeitiger Anwesenheit von
  - pathogenen Keimen einerseits und
  - andererseits wenigstens einem schwer abbaubaren Stoff aus der Gruppe, die folgendes umfasst: persistente Stoffe, endokrine Stoffe, Geruchsstoffe, Farbstoffe,insbesondere von Abwasser oder Trinkwasser, mit Ozonzuführung und UV-Bestrahlung, mit folgenden Verfahrensschritten:
  - a) Zugabe von Ozon in einer Konzentration von 0,1 g/m<sup>3</sup> bis 15g/m<sup>3</sup>;
  - b) Entgasung des Wassers;
  - c) Bestrahlung des entgasten Wassers mit UV-Strahlung in einem Wellenlänge im Bereich von 200nm bis 300nm und einer Dosis von 50 J/m<sup>2</sup> bis 2.000 J/m<sup>2</sup>.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **d a d u r c h g e k e n n - z e i c h n e t**, dass die Zugabe von Ozon mit einer Konzentration von 2,5 g/m<sup>3</sup> bis 10 g/m<sup>3</sup>, insbesondere etwa 5 g/m<sup>3</sup> erfolgt.



3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **d a -  
d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t**, dass die UV-  
Bestrahlung mit Strahlung aus Niederdruck-Strahlenquellen  
mit einer Wellenlänge von 254nm erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **d a -  
d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t**, dass die UV-  
Bestrahlung mit einer Dosis von 100 J/m<sup>2</sup> bis 1.000 J/m<sup>2</sup>  
erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **d a -  
d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t**, dass die UV-  
Bestrahlung mit einer Dosis von 250 J/m<sup>2</sup> bis 400 J/m<sup>2</sup> er-  
folgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **d a -  
d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t**, dass das Wasser  
vor dem Verfahrensschritt a) bei 254 nm eine reduzierte  
UV-Transmission von weniger als 50% bezogen auf die  
Transmission von reinem Wasser aufweist.
7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem  
der vorhergehenden Ansprüche, mit folgenden Merkmalen:
  - einem Zulauf für vorgeklärtes Abwasser;
  - einer Ozonerzeugungsvorrichtung mit einer Zugabevor-  
richtung, die das Ozon stromabwärts des Zulaufs in das  
Wasser einspeist;
  - einer stromabwärts der Einspeisung angeordneten UV-  
Desinfektionsvorrichtung;
  - einem Ablauf.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **d a d u r c h   g e k e n n -  
z e i c h n e t**, dass in Strömungsrichtung zwischen der  
Einspeisung und der UV-Desinfektionsvorrichtung eine Ent-  
gasungsvorrichtung vorgesehen ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t**, dass in Strömungsrichtung zwischen der Einspeisung und der UV-Desinfektionsvorrichtung eine Filtration, insbesondere eine Sandfiltration vorgesehen ist.
10. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9 zur Reduktion des Gehaltes an endokrinen Stoffen in Trinkwasser oder in Abwasser.
11. Verwendung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **d a - d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, dass die endokrinen Stoffe ausgewählt sind aus der Gruppe, die folgendes umfasst:
  - Chlorphenole
  - Phthalate
  - Pestizide
  - Phenole
  - chlorierte Aromaten
  - Organozinnverbindungen
  - Dioxine
  - Furane
  - natürliche oder naturidentische Hormone
  - Medikamente
  - Kosmetika



Figur 1

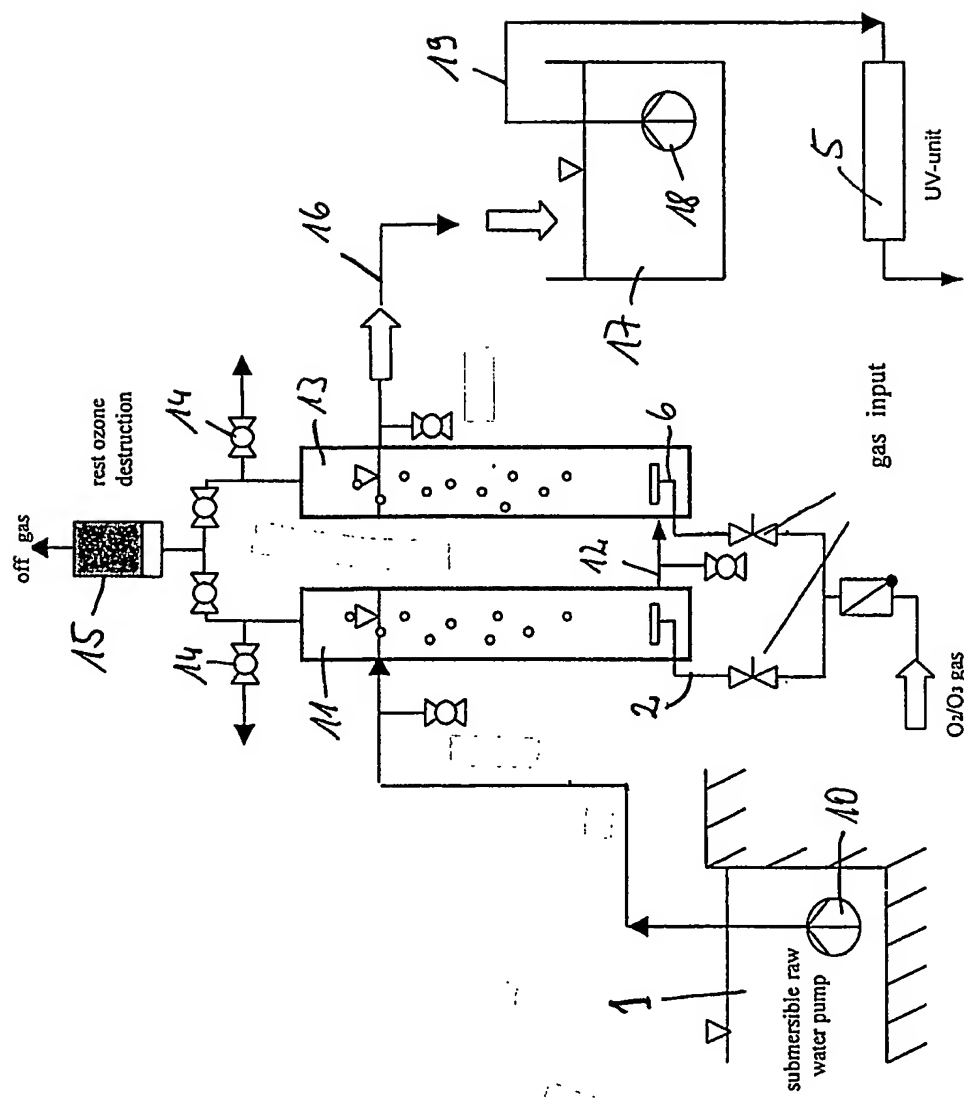


Fig. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No

PCT/EP 02/10083

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C02F1/32 C02F1/78

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 554 295 A (BAN COZY ET AL) 10 September 1996 (1996-09-10)	7,8
Y	column 5, line 30 - line 61; figure 1; example 1	1-6
X	DE 39 21 436 A (SORBIOS VERFAHRENSTECH) 3 January 1991 (1991-01-03) column 2, line 12 - column 4, line 49; claims 13,19; figure 1	7-11
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 22, 9 March 2001 (2001-03-09) & JP 2001 129572 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 15 May 2001 (2001-05-15) abstract	7,8
	--- -/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

16 December 2002

Date of mailing of the international search report

27/12/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Liebig, T

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int Application No  
PCT/EP 02/10083

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>RUDOLPH K U ET AL: "STAND DER TECHNIK BEI DER DESINFEKTION VON ABWASSER UND SCHWERPUNKTE DER FORSCHUNG"            GWF WASSER ABWASSER, OLDENBOURG VERLAG.            MUNCHEN, DE,            vol. 134, no. 1, 1993, pages 1-9,            XP000331821            ISSN: 0016-3651            page 2, right-hand column, line 11 -page 3, right-hand column, line 12; figure 9            page 6, left-hand column, line 5 - line 33            ----</p>	1-6
A	<p>EGBERTS G: "ABBAU VON OZON IN WAESSRIGER LOESUNG DURCH UV-STRAHLUNG"            GWF WASSER ABWASSER, OLDENBOURG VERLAG.            MUNCHEN, DE,            vol. 135, no. 8,            1 August 1994 (1994-08-01), pages 465-469,            XP000457372            ISSN: 0016-3651            the whole document            ----</p>	1-11
A	<p>KATSUKI KUSAKABE ET AL: "DECOMPOSITION OF HUMIC ACID AND REDUCTION OF TRIHALOMETHANE FORMATION POTENTIAL IN WATER BY OZONE WITH U.V. IRRADIATION"            WATER RESEARCH, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, NL,            vol. 24, no. 6, 1 June 1990 (1990-06-01), pages 781-785, XP000173146            ISSN: 0043-1354            the whole document            ----</p>	1-11
A	<p>DE 198 01 867 A (STAUSBERG KLARA MARIA)            22 July 1999 (1999-07-22)            the whole document            -----</p>	1-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte Application No  
PCT/EP 02/10083

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5554295	A	10-09-1996	JP 2677468 B2	17-11-1997
			JP 5096277 A	20-04-1993
			DE 4233270 A1	29-04-1993
			KR 9506686 B1	21-06-1995
			US 5470461 A	28-11-1995
DE 3921436	A	03-01-1991	DE 3921436 A1	03-01-1991
JP 2001129572	A	15-05-2001	NONE	
DE 19801867	A	22-07-1999	DE 19801867 A1	22-07-1999

Internat. Aktenzeichen  
PCT/EP 02/10083

Liebig, T



C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>RUDOLPH K U ET AL: "STAND DER TECHNIK BEI DER DESINFEKTION VON ABWASSER UND SCHWERPUNKTE DER FORSCHUNG"</p> <p>GWf WASSER ABWASSER, OLDENBOURG VERLAG. MÜNCHEN, DE, Bd. 134, Nr. 1, 1993, Seiten 1-9, XP000331821</p> <p>ISSN: 0016-3651</p> <p>Seite 2, rechte Spalte, Zeile 11 -Seite 3, rechte Spalte, Zeile 12; Abbildung 9</p> <p>Seite 6, linke Spalte, Zeile 5 - Zeile 33</p> <p>----</p>	1-6
A	<p>EGBERTS G: "ABBAU VON OZON IN WÄSSRIGER LÖSUNG DURCH UV-STRAHLUNG"</p> <p>GWf WASSER ABWASSER, OLDENBOURG VERLAG. MÜNCHEN, DE, Bd. 135, Nr. 8, 1. August 1994 (1994-08-01), Seiten 465-469, XP000457372</p> <p>ISSN: 0016-3651</p> <p>das ganze Dokument</p> <p>----</p>	1-11
A	<p>KATSUKI KUSAKABE ET AL: "DECOMPOSITION OF HUMIC ACID AND REDUCTION OF TRIHALOMETHANE FORMATION POTENTIAL IN WATER BY OZONE WITH U.V. IRRADIATION"</p> <p>WATER RESEARCH, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, NL, Bd. 24, Nr. 6, 1. Juni 1990 (1990-06-01), Seiten 781-785, XP000173146</p> <p>ISSN: 0043-1354</p> <p>das ganze Dokument</p> <p>----</p>	1-11
A	<p>DE 198 01 867 A (STAUSBERG KLARA MARIA)</p> <p>22. Juli 1999 (1999-07-22)</p> <p>das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	1-11

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Interne Aktenzeichen  
PCT/EP 02/10083

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5554295	A	10-09-1996	JP	2677468 B2	17-11-1997
			JP	5096277 A	20-04-1993
			DE	4233270 A1	29-04-1993
			KR	9506686 B1	21-06-1995
			US	5470461 A	28-11-1995
DE 3921436	A	03-01-1991	DE	3921436 A1	03-01-1991
JP 2001129572	A	15-05-2001	KEINE		
DE 19801867	A	22-07-1999	DE	19801867 A1	22-07-1999